

Determining frictional connection between tyres and road surface - by evaluating measured variations in local stresses, expansions or deformations to determine maximum possible coefficient of friction

Publication number: DE3937966

Publication date: 1991-05-16

Inventor: BREUER BERT PROF DR ING (DE); SEIBERT WOLFRAM DR ING (DE); ROTH JUERGEN DIPL ING (DE)

Applicant: BREUER BERT PROF DR ING (DE)

Classification:

- international: **B60R16/02; B60T8/172; G01L5/16; G01M17/02; G01N19/02; B60R16/02; B60T8/17; G01L5/16; G01M17/02; G01N19/02; (IPC1-7): G01L5/16; G01L5/18; G01N19/02**

- european: **B60R16/02B10; B60T8/172C; G01L5/16; G01M17/02; G01N19/02**

Application number: DE19893937966 19891115

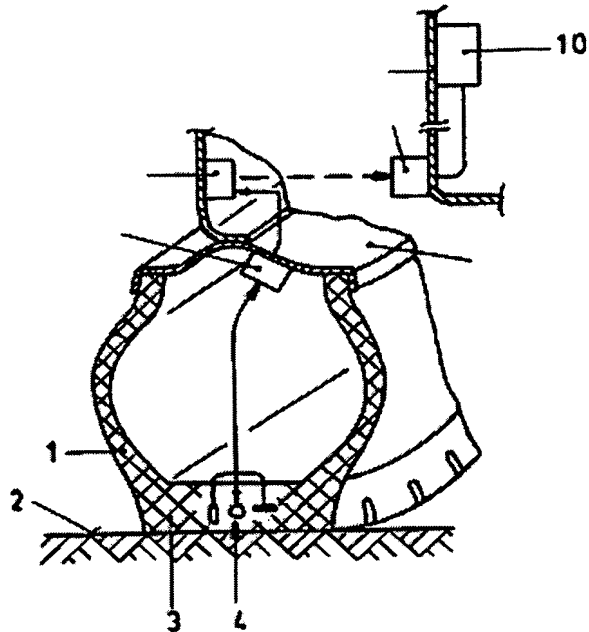
Priority number(s): DE19893937966 19891115

[Report a data error here](#)

Abstract of DE3937966

Determining the frictional connection between vehicle tyres and the road surface involves detecting the variation of local stresses, expansions or deformations at one or more points on the tyre in at least one horizontal direction and in the normal direction. The measured values are evaluated to determine the maximum possible coefficient of friction. The measurements can be made at one point or simultaneously at several points.

USE/ADVANTAGE - For automatic, continuous measurement of the frictional connection characteristics between vehicle tyres and the road surface, enabling determination of limits of stable vehicle operation before reaching them.





①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 39 37 966 C 2

⑤① Int. Cl.⁵:
G 01 L 5/18
G 01 L 5/16
G 01 N 19/02

②① Aktenzeichen: P 39 37 966.3-52
②② Anmeldetag: 15. 11. 89
④③ Offenlegungstag: 16. 5. 91
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 3. 2. 94

DE 39 37 966 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:

Breuer, Bert, Prof. Dr.-Ing., 64342
Seeheim-Jugenheim, DE

⑦④ Vertreter:

Katscher, H., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 64293 Darmstadt

⑦② Erfinder:

Breuer, Bert, Prof. Dr.-Ing., 6104 Seeheim, DE;
Seibert, Wolfram, Dr.-Ing., 6100 Darmstadt, DE;
Roth, Jürgen, Dipl.-Ing., 8752 Sailauf, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-Z.: Kautschuk und Gummi, 13. Jahrgang,
Nr. 3/1960, S. 59-68;
US-Z.: SAE-Paper 900210/1990, ABS Traction
Control and Brake Components, SAE Spec. Publ.
Sp.-815, S. 133-151;

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung der Kraftschlußverhältnisse zwischen Fahrzeugreifen und
Fahrbahn

DE 39 37 966 C 2

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung der Kraftschlußverhältnisse zwischen Fahrzeugreifen und Fahrbahn sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Die zwischen den Fahrzeugreifen eines Kraftfahrzeugs und der Fahrbahn in Längsrichtung und Querrichtung auftretenden Kräfte (Beschleunigungs- bzw. Verzögerungskräfte, Seitenführungskräfte) werden durch den Kraftschluß (Reibung) zwischen den Fahrzeugreifen und der Fahrbahn übertragen. Der Maximalwert des Kraftschlusses bestimmt daher die Grenzen eines stabilen Fahrbetriebs.

Für den Fahrer eines Kraftfahrzeugs ist es daher wichtig, zur Einhaltung eines stabilen Fahrverhaltens des Fahrzeugs den tatsächlichen Kraftschlußbeiwert unterhalb des maximalen Kraftschlußbeiwertes zu halten. Der Kraftschlußbeiwert ist als das Verhältnis der parallel zur Fahrbahn wirkenden Horizontalkraft (Reibkraft) zur vertikal wirkenden Normalkraft definiert. Zur gesonderten Betrachtung der Kraftschlußverhältnisse in Reifenumfangsrichtung und in Querkrafttrichtung kann der Kraftschlußbeiwert in eine Umfangskomponente bzw. Längskomponente und eine Querkomponente zerlegt werden.

Es ist bekannt (Zanten, Measurement and simulation of transients in longitudinal and lateral tire forces, SAE-Paper 900 210 1990 ABS Traction Control and Brake Components, SAE Spec. Publ. SP-815, S. 133—151), durch die Messung der in die Radaufhängung eingeleiteten Kräfte oder der auftretenden Beschleunigungen den Kraftschlußbeiwert als integralen Wert über den gesamten Reifenlatsch (Berührungsfläche zwischen Reifen und Fahrbahn) zu bestimmen. Dieses Verfahren ist aber nur mit speziellen Meßanordnungen oder auf Prüfständen anwendbar und ist daher nicht für den Einsatz im Fahrbetrieb geeignet. Außerdem kann dieses Verfahren keine Informationen über lokale Änderungen des Kraftschlußbeiwertes liefern, die eine Aussage darüber zuließe, wie weit eine Annäherung an den unter den jeweiligen Verhältnissen möglichen maximalen Kraftschlußbeiwert erfolgt ist.

Es ist zwar bekannt (DE-Z: Kautschuk und Gummi, 13. Jahrgang, Nr. 3/1960, S. 59—68), Verformungsmessungen an Fahrzeugreifen mittels Dehnungsmeßstreifen vorzunehmen, die in den Reifen einvulkanisiert werden. Die aus diesem Meßverfahren erhaltenen Werte über die auftretenden Verformungen im Reifen werden aber nur für die Analyse der Beanspruchungen an einzelnen Stellen im Gummi und im Cord des Fahrzeugreifens verwendet.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Gattung zu schaffen, mit denen es möglich ist, auch im normalen Fahrbetrieb eine laufende und automatische Bestimmung der Kraftschlußverhältnisse durchzuführen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einem Verfahren zur Bestimmung des Kraftschlußbeiwertes zwischen Fahrzeugreifen und Fahrbahn mit den Verfahrensschritten gelöst:

- a) an einer oder mehreren Meßstellen im Reifen werden mindestens die in einer horizontalen Richtung und in Normalrichtung beim Durchlaufen des Reifenlatsches auftretenden lokalen Vorformungen erfaßt;
- b) aus den sich ergebenden lokalen Verformungen

werden die Normalkräfte und die Horizontalkräfte ermittelt;

c) der Kraftschlußbeiwert wird als das Verhältnis der Horizontalkraft zur Normalkraft bestimmt.

Wegen der Elastizität des Reifenmaterials liefern die so ermittelten lokalen Verformungen im Reifen eine Aussage über diejenigen Kräfte, die diese Verformungen hervorrufen, nämlich die Normalkräfte und die Horizontalkräfte. Da diese Kräfte von der Fahrbahn her in den Reifen eingeleitet werden, kann aus den so ermittelten Kräften mit ausreichender Genauigkeit unmittelbar auf den jeweiligen Kraftschlußbeiwert geschlossen werden.

Es wurde erkannt, daß infolge des für eine Kraftübertragung zwischen Fahrzeugreifen und Fahrbahn notwendigen Schlupfes zwischen dem Fahrzeugreifen und der Fahrbahn im Bereich des Reifenlatsches unterschiedlich hohe lokale Spannungen bzw. Dehnungen bzw. Verformungen auftreten, aus deren räumlichem Verlauf nicht nur der derzeit beanspruchte Kraftschlußbeiwert bestimmt, sondern auch Schlüsse auf den maximal möglichen Kraftschlußbeiwert gezogen werden können.

Die Auswertung der erhaltenen Werte kann vorzugsweise in der Weise erfolgen, daß das Verhältnis des derzeit beanspruchten Kraftschlußbeiwertes und des maximal möglichen Kraftschlußbeiwertes gebildet wird, um die derzeitige Kraftschlußausnutzung bzw. die derzeitige Sicherheit des Fahrbetriebs zu ermitteln. Dieses Ergebnis kann unmittelbar zu einer Anzeige oder Alarmauslösung verwendet werden, um den Fahrer zu warnen, wenn er sich dem Grenzbereich des stabilen Fahrverhaltens nähert. Es ist auch möglich, dieses Ergebnis in Fahrzeug- bzw. Verkehrsregelsystemen zu verwenden. Die Bestimmung der Kraftschlußausnutzung, bzw. der Sicherheit als deren Kehrwert läßt eine Früherkennung schwieriger oder sogar unmöglicher Fahrmanöver zu und ermöglicht es, gefährliche und unfallträchtige Fahrsituationen zu vermeiden. Damit ist ein erheblicher Zugewinn an Verkehrssicherheit zu erzielen.

Dieser räumliche Verlauf des Kraftschlußbeiwertes wird gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung in besonders einfacher Weise dadurch erfaßt, daß die Verformungen an einer Meßstelle im Reifenprofilsektor in ihrem zeitlichen Verlauf erfaßt werden, während diese Meßstelle den Reifenlatsch durchläuft. Diese zeitlichen Verläufe geben unmittelbar die entsprechenden räumlichen Verläufe im Reifenlatsch wieder. Es ist aber auch möglich, an mehreren Meßstellen im Reifen gleichzeitig und nur einmalig je nach Umdrehung zu messen und auszuwerten und so auf die örtlich in der Kontaktfläche vorliegenden Verhältnisse zu schließen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, daß die Verformungen in der Reifenumfangsrichtung und in der Querrichtung erfaßt werden. Damit ist in meßtechnisch besonders einfacher Weise unmittelbar eine getrennte Auswertung der Kraftschlußverhältnisse in Umfangsrichtung mit Auswirkungen auf die Beschleunigung bzw. Verzögerung und in Querrichtung mit Auswirkung auf die Seitenführungskräfte möglich.

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, daß im Reifen im Bereich des Laufstreifens mindestens ein Sensor angeordnet ist, der die dort auftretenden lokalen Verformungen erfaßt und über eine Signalübertragungseinrichtung Meßsignale an eine Auswerteeinrichtung

tung liefert. Vorzugsweise ist vorgesehen, daß der Sensor bzw. die Sensoren im Bereich des Laufstreifens des Reifens eingebettet ist bzw. sind.

Vorteilhafte Ausgestaltungen des Erfindungsgedankens sind Gegenstand weiterer Unteransprüche.

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert, die in der Zeichnung dargestellt sind. Es zeigt:

Fig. 1 in vereinfachter Darstellungsweise einen Fahrzeugreifen im Schnitt mit einer Vorrichtung zur Bestimmung der Kraftschlußverhältnisse,

Fig. 2 einen vergrößerten vereinfachten Ausschnitt aus dem Reifenlatsch des Fahrzeugreifens nach Fig. 1, wobei piezoelektrische Geber als Sensor verwendet werden,

Fig. 3 in einer Darstellung ähnlich der Fig. 2 eine andere Ausführungsform des Sensors,

Fig. 4 in einer Darstellung ähnlich den Fig. 2 und 3 eine Ausführung des Sensors mit auf Abstandsänderungen ansprechenden Sendern und Empfängern und

Fig. 5 eine weitere Ausführungsform eines Sensors mit einem in den Reifenprotektor ragenden Taststift.

Die in Fig. 1 in stark vereinfachter Weise dargestellte Vorrichtung zur Bestimmung der Kraftschlußverhältnisse zwischen einem Fahrzeugreifen 1 und einer Fahrbahn 2 weist im Protaktor 3 des Fahrzeugreifens 1, und zwar vorzugsweise innerhalb eines Profilstollens, einen Sensor 4 auf, dessen prinzipieller Aufbau später noch näher erläutert wird.

Der Sensor 4 erfaßt die zeitlichen Verläufe der lokalen Spannungen in Umfangsrichtung, in Querrichtung und in Normalrichtung an einer Meßstelle im Laufstreifen, während diese Meßstelle beim Abrollen des Fahrzeugreifens 1 auf der Fahrbahn 2 den Reifenlatsch durchläuft. Die vom Sensor 4 gelieferten Signale werden zu einem Verstärker 5 an der Felge 6 des Fahrzeugrades geleitet und gelangen von dort zu einem ebenfalls an der Felge 6 angebrachten Signalsender 7. Von diesem Signalsender 7 werden die Meßsignale auf einen am Fahrzeugaufbau 8 angebrachten Signalempfänger 9 elektrisch übertragen. Diese Übertragung kann berührungslos, beispielsweise induktiv oder über ein frequenzmoduliertes Signal, oder auch über Schleifringe erfolgen. Vom Signalempfänger 9 werden die Meßsignale zu einer Auswerteeinrichtung 10 geleitet. In der Auswerteeinrichtung 10 wird aus dem zeitlichen Verlauf der Meßsignale, die eine Aussage über die räumliche Verteilung der lokalen Spannungen bzw. Dehnungen bzw. Verformungen im Reifenlatsch ermöglichen, auf den derzeit beanspruchten Kraftschlußbeiwert und insbesondere auf den maximal möglichen Kraftschlußbeiwert geschlossen. Das in der Auswerteeinrichtung 10 bzw. einer weiteren Signalverarbeitungseinrichtung ermittelte Verhältnis des derzeit beanspruchten und des maximal möglichen Kraftschlußbeiwertes ergibt einen Wert für die jeweilige Kraftschlußausnutzung bzw. Sicherheit.

Fig. 2 zeigt vereinfacht die Anordnung der den Sensor 4 in Fig. 1 bildenden drei piezoelektrischen Geber 4a, 4b und 4c. Der Geber 4a erfaßt die Spannungen bzw. Dehnungen bzw. Verformungen in x-Richtung, d. h. in Reifenumfangsrichtung; der Geber 4b erfaßt die Spannungen bzw. Dehnungen bzw. Verformungen in y-Richtung, d. h. in Querrichtung, der Geber 4c erfaßt die Spannungen bzw. Dehnungen bzw. Verformungen in z-Richtung, d. h. in Normalrichtung.

Der in Fig. 3 vereinfacht dargestellte, anstelle des Sensors 4 in Fig. 1 verwendbare Sensor 11, der ebenfalls

im Laufstreifen 3 des Reifens eingebettet ist, weist einen mit Dehnungsmeßstreifen 11a, 11b und 11c bestückten Verformungskörper 11d auf, der bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel als elastisch verformbare Dose ausgeführt ist, deren Wände die Dehnungsmeßstreifen 11a, 11b und 11c tragen. Ebenso wie die piezoelektrischen Geber 4a, 4b und 4c nach Fig. 2 sind auch die Dehnungsmeßstreifen 11a, 11b und 11c nach Fig. 3 so angeordnet, daß sie unterschiedliche, vorzugsweise in den rechtwinklig zueinander verlaufenden Achsen x, y und z liegende Wirkrichtungen aufweisen.

Einen anderen Sensoraufbau zeigt Fig. 4. Im Laufstreifen 3 ist als Sender ein Permanentmagnet 12 eingebettet, der seine Lage je nach den auftretenden Verformungen ändert. An der Reifeninnenseite 13 sind als Empfänger beispielsweise vier Hallgeneratoren 14 angeordnet, die auf Änderungen des Abstands zum Sender 12 ansprechen. Die Meßsignale der Hallgeneratoren 14 liefern in der hier stark vereinfacht angedeuteten Auswerteeinrichtung 10 eine Information über Änderungen der räumlichen Lage des Senders 12, die durch die auftretenden lokalen Dehnungen bzw. Verformungen im Reifenprofil verursacht werden. Daraus kann unmittelbar auf die lokalen Spannungen und somit auf den augenblicklichen beanspruchten und dem maximal verfügbaren Kraftschlußbeiwert geschlossen werden. Sender und Empfänger können bei dieser Anordnung auch vertauscht werden.

Bei dem in Fig. 5 dargestellten Sensor 15 ragt ein Taststift 16 durch die Reifenkarkasse 17 bis in einen Profilstollen 18 des Reifenprotektors 3. Der Taststift 16 trägt an seinem in das Reifeninnere ragenden Ende als Sender 19 beispielsweise vier Permanentmagnete. Ein Sensorgehäuse 20 ist mittels Stiften 21 in der Karkasse 17 verankert und trägt als Empfänger 22 vier Hallgeneratoren.

Die im Profilstollen 18 auftretenden lokalen horizontalen bzw. vertikalen Spannungen bzw. Dehnungen bzw. Verformungen verursachen eine proportionale Schwenkbewegung bzw. Hubbewegung des in der Karkasse 17 gelagerten Taststiftes 16 und somit eine Abstandsänderung zwischen den Magneten 19 und den Hallgeneratoren 22. Hierdurch wird — ähnlich wie bei der Vorrichtung nach Fig. 4 — eine Änderung der Hallspannung hervorgerufen, die als Meßsignal an die Auswerteeinrichtung 10 in der schon beschriebenen Weise übertragen wird.

Über die dargestellten Ausführungsbeispiele hinaus ist zusammenfassend festzustellen, daß die lokalen Spannungen bzw. Dehnungen bzw. Verformungen an der Meßstelle bzw. den Meßstellen im Reifen absolut oder relativ gemessen werden können. Das zu messende Signal kann auf den jeweils verwendeten Sensor direkt (ohne Zwischenglied) oder indirekt (über ein Zwischenglied) einwirken. Die lokal auftretenden Spannungen bzw. Dehnungen bzw. Verformungen werden durch den Sensor als mechanische Spannung (Druck-, Schubspannung) bzw. als wirkende Kraft oder als Wegänderung mittels des Sender-Empfängerprinzips erfaßt. Der Sensor kann bereits bei der Reifenfertigung vor dem Vulkanisationsprozeß oder auch nachträglich angebracht werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung des Kraftschlußbeiwertes zwischen Fahrzeugreifen und Fahrbahn mit den Verfahrensschritten:

a) an einer oder mehreren Meßstellen im Reifen werden mindestens die in einer horizontalen Richtung und in Normalrichtung beim Durchlaufen des Reifenlatsches auftretenden lokalen Verformungen erfaßt;

b) aus den sich ergebenden lokalen Verformungen werden die Normalkräfte und die Horizontalkräfte ermittelt;

c) der Kraftschlußbeiwert wird als das Verhältnis der Horizontalkraft zur Normalkraft bestimmt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zeitlichen Verläufe der Verformungen an einer Meßstelle erfaßt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verformungen an mehreren Meßstellen gleichzeitig erfaßt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verformungen in der Reifenumfangsrichtung, in der Querrichtung und in der Normalrichtung erfaßt werden.

5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß im Reifen im Bereich des Laufstreifens (3) mindestens ein Sensor (4, 11, 12, 14, 15) angeordnet ist, der die dort auftretenden lokalen Verformungen erfaßt und über eine Signalübertragungseinrichtung (5, 7, 9) Meßsignale an eine Auswerteeinrichtung (10) liefert.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (4, 11, 12) bzw. die Sensoren im Bereich des Laufstreifens des Reifens eingebettet ist bzw. sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (4) mehrere piezoelektrische Geber (4a, 4b, 4c) mit unterschiedlichen Wirkrichtungen aufweist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor mehrere jeweils mit Dehnungsmeßstreifen (11a, 11b, 11c) bestückte Verformungskörper aufweist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (11) eine elastisch verformbare Dose (11d) aufweist, die mit Dehnungsmeßstreifen (11a, 11b, 11c) unterschiedlicher Wirkrichtung bestückt ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor einen im Bereich des Laufstreifens (3) des Reifens eingebetteten Sender (12) und an der Reifeninnenseite (13) mehrere auf Abstandsänderungen zum Sender (12) ansprechende Empfänger (14) aufweist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (15) einen durch die Reifenkarkasse (17) bis in den Laufstreifen (3) des Reifens ragenden Taststift (16) aufweist, der an seinem in das Reifeninnere ragenden Ende einen mindestens Sender (19) trägt und daß im Reifeninneren mindestens ein auf Abstandsänderungen zum Sender (19) ansprechender Empfänger (22) angeordnet ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Sender (12, 19) ein Permanentmagnet ist und die Empfänger (14, 22) Hallgeneratoren sind.

13. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Signalübertragungseinrichtung einen am Reifen oder an der Felge des Fahrzeuggrad-

es angebrachten Signalsender (7) und einen am Fahrzeug angebrachten Signalempfänger (9) aufweist, der mit der Auswerteeinrichtung (10) elektrisch verbunden ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

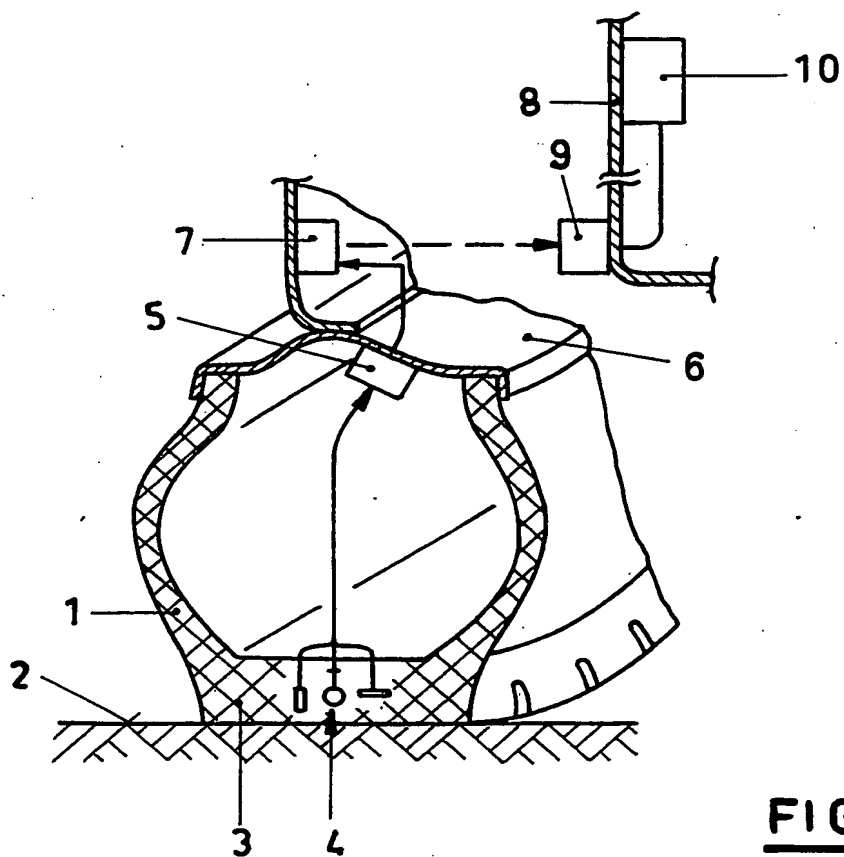


FIG. 1

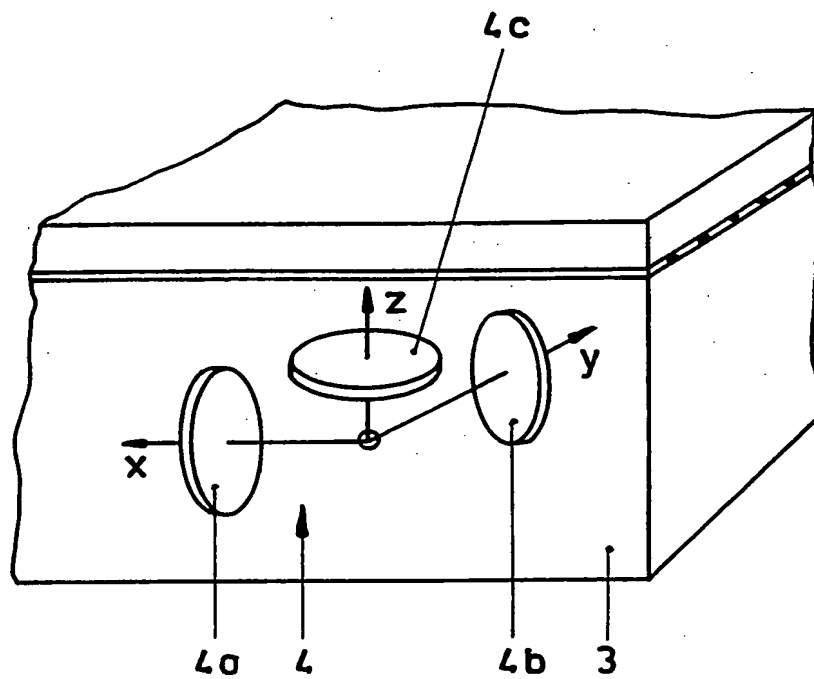


FIG. 2

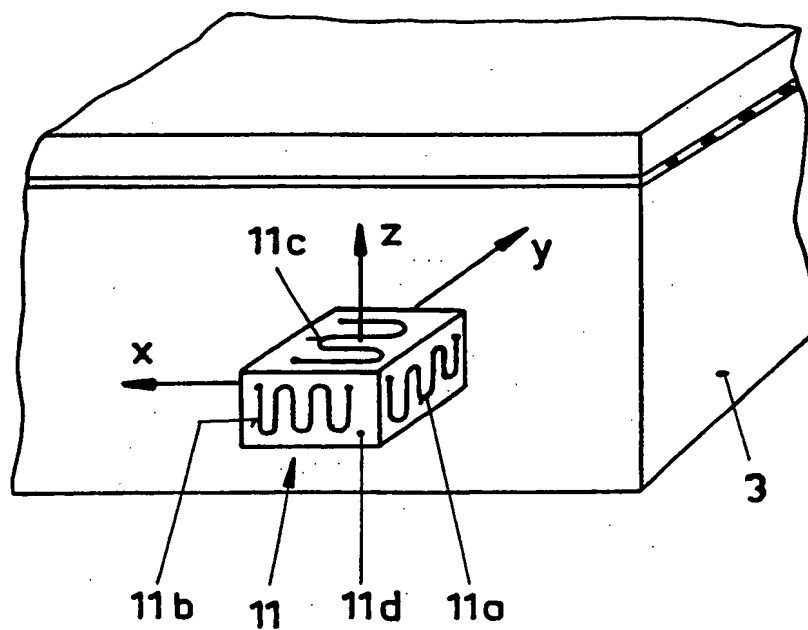


FIG. 3

